

УДК 004.94,004.78,004.81,004.822,004.825

І. О. Чмир*, д-р техн. наук, професор,**Ю. О. Фуртат****, канд. техн. наук

* Одеський державний екологічний університет, м. Одеса,

** Інститут проблем моделювання в енергетиці

імені Г. Є. Пухова НАНУ, м. Київ

ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ЗНАНЬ І ЇХ ПРЕДСТАВЛЕННЯ В ГІБРИДНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОГРАМНИХ ДІАЛОГОВИХ АГЕНТІВ

В гібридних інтелектуальних системах взаємодію користувача з інформацією доцільно представити у вигляді діалогу, наближивши таким чином цю взаємодію до природного спілкування «людина-людина» з обміном інформацією. Представлення діалогового процесу з погляду декларативно-процедурної типології дозволить побудувати елементи теорії діалогового процесу типу «питання-відповідь» і ввести концепцію діалогової бази знань, на основі яких можлива розробка методів і засобів моніторингу знань у комп'ютерних системах навчання.

Ключові слова: класифікація знань, процедурні знання, діалоговий процес, діалогове моделювання, агенти діалогу.

Вступ. Одним із загальноприйнятих і розповсюджених способів класифікації знань є їх розподіл на декларативні знання і процедурні знання. Декларативно-процедурна дихотомія знань виявляється в головних напрямках когнітивних наук:

- навчання (навчання навикам звичайно починається з вивчення декларативних знань, що представляють предметну область, і продовжується вивченням способів маніпулювання цими знаннями для досягнення поставленої мети);
- автоматичні і усвідомлені процеси (придбання деяких навиків приводить до переходу процедурних знань до розряду автоматичних, коли початкові декларативні знання забуваються, а поняття «автоматичний процес» стає синонімом «процедурні знання»);
- схема як засіб представлення знань (схема може розглядатися як «хранитель» порції декларативних знань);
- пам'ять (у пам'яті знаходиться множина зв'язаних між собою схем, яка представляє обидва типи знань, а зв'язки між схемами моделюють процедурні знання);
- сенсорна система (виконує істотну роль у формуванні первинного набору елементів декларативних знань, на відміну від усвідомлених процесів, які відповідальні за процедурні знання у формі зв'язків між схемами).

Представлення діалогового процесу з погляду декларативно-процедурної типології дозволить побудувати елементи теорії діалогового процесу типу «питання-відповідь» і ввести концепцію діалогової бази знань, на основі яких можлива розробка методів і засобів моніторингу знань у комп'ютерних системах навчання. В основі пропонованої теорії знаходяться дві ключові ідеї: логічна структура *пари «питання-відповідь»* і концепція *діалогової бази знань*, призначеної для зберігання мета-орієнтованої поведінки агентів діалогу як активного, так і реактивного типу. Поділ знань на *декларативні* і *процедурні* є основою для побудови моделей пам'яті різних когнітивних моделей і систем [1; 2].

Види знань та принципи класифікації. Декларативні знання асоціюються з фактичними знаннями, або з фактами, які можуть бути описані вербально, наприклад, у формі висловів типу: «птаха — це тварина, яка вміє літати». Для представлення порції декларативних знань, на додаток до символного опису, можна використовувати графічні образи, особливо в тих випадках, коли образ важко або неможливо перетворити в символний опис. Існує декілька способів моделювання декларативних знань, такі, як *схеми* [3], *фрейми* [4] та ін. З метою моделювання системи декларативних знань часто використовуються семантичні мережі, які є сукупністю елементів декларативних знань і відношень між ними.

Процедурні знання асоціюються з навиками, наприклад здатність їздити на велосипеді, здатність набирати текст «всліпу». Для оперування процедурними знаннями люди, як правило, не використовують механізм уваги або усвідомлене ментальне зусилля. Найчастіше для моделювання фрагмента процедурних знань використовуються *продукційні правила* [5; 6]. Декларативно-процедурна типологія знань породжує два класи систем з різними способами організації довготривалої пам'яті: системи з двома типами довготривалої пам'яті (декларативна і процедурна) і системи з однією, універсальною довготривалою пам'яттю.

Найвідоміша когнітивна система АСТ, що базується на двох типах довготривалої пам'яті, запропонована Джоном Андерсоном [6]. Андерсон припустив, що ментальна система людини насправді включає два типи довготривалої пам'яті для роздільного зберігання декларативних і процедурних знань, і вплив це припущення в сімействі моделей пам'яті.

Когнітивна система SOAR, запропонована Аленом Ньюелом [7–9] має багато спільного з системою АСТ, проте побудована виходячи з припущення, що довготривала пам'ять повинна зберігати обидва типи знань. У процесі рішення проблеми SOAR відшукує необхідні декларативні знання в довготривалій пам'яті, і тимчасово розміщує їх в робочій пам'яті. Таким чином, робоча пам'ять SOAR акумулює тільки декларативні знання, релевантні поточній проблемі, і використовує їх для розв'язання задачі.

При спробі застосувати декларативно-процедурну типологію знань до моделювання діалогового процесу виникають два головні питання: 1. Якою є семантика декларативних і процедурних знань у контексті діалогового процесу? і 2. Чи доцільно роздільно зберігати декларативні і процедурні знання в діалоговій системі?

Представлення процедурних знань діалогових агентів. Перш ніж почати дослідження процедурних знань у контексті еротематичного діалогового процесу, розглянемо поняття *мети діалогу*. Такий підхід правомірний у всіх випадках, коли йдеться про процедурні знання, оскільки процедурні знання — *це уміння або навички, що використовуються для досягнення деякої мети*.

Процедурні знання активного агента еротематичного діалогу доцільно розглядати на двох рівнях: на рівні багатокрокового діалогового процесу, тобто на рівні сценарію діалогу, і на рівні окремого кроку діалогу.

Процедурні знання активного агента діалогу на рівні сценарію — це стратегія, яку використовує активний агент для досягнення мети діалогу. Активний агент повинен знати, в якому напрямі вести діалог для досягнення мети. Активний агент повинен мати знання про те, який конкретний *Q-chunk* необхідно передати реактивному агенту як відгук на одержану відповідь. Метою активного агента на цьому рівні є або досягнення очікуваної (цільової) відповіді, або виконання заданої послідовності кроків. Реактивний агент, також як і активний, має свою власну мету, яка не обов'язково співпадає з метою активного агента. Тому процедурні знання реактивного агента, на рівні сценарію діалогу, схожі на процедурні знання активного агента з однією різницею: агент повинен знати, який саме *A-chunk* необхідно передати активному агенту як відгук на отримане питання.

Процедурні знання активного агента на рівні кроку діалогу — це вміння генерувати суб'єкт і передумову питання, які релевантні поточному кроку, а процедурні знання реактивного агента на рівні кроку — це уміння конструювати відповідь відповідно до даних суб'єкта і передумови.

Оскільки процедурно-декларативна типологія знань має місце і в еротематичному діалозі [10], доцільно розглянути проблему зберігання декларативних і процедурних знань в архітектурі діалогової системи.

Активність або реактивність не є фіксованою властивістю агента діалогу, це скоріше роль, яку грає агент упродовж деякого фрагмента діалогу [11]. Розглянемо випадок, коли ці ролі зафіксовані, а програмна система управляє поведінкою активного агента. З погляду мінімізації дублювання інформації, яка зберігається, для такого випадку найефективнішою є *архітектура, що базується на ідеї роздільного зберігання декларативних і процедурних знань*.

Припустимо, що декларативні знання активного агента (у вигляді закодованих описів усіх *Q-chunk*, необхідних для ведення діалогового процесу в даній предметній області) знаходяться в *пам'яті питань*, яку позначимо як QMem. Незважаючи на те, що впродовж діалогового процесу той самий *Q-chunk* може з'явитися кілька разів у різних кроках, QMem зберігає тільки одну копію кожного *Q-chunk*. Вважатимемо, що Qmem — це пам'ять з прямим доступом до її елементів. Отже, необхідна адресна інформація для отримання доступу до конкретного *Q-chunk*.

Припустимо, що процедурні знання активного агента (на сценарному рівні) зберігаються в структурі, яку назвемо *діалоговий метод доступу* і позначимо DiAM. Діалоговий метод доступу оперує знаннями типу: «який *Q-chunk* повинен бути наступним» — і тому здатний трансформувати поточну відповідь реактивного агента в значення адреси елементу QMem.

Визначимо *діалогову базу знань* (DiKB) як композицію пам'яті питань QMem і діалогового методу доступу DiAM. Одна з переваг такої організації діалогової бази знань полягає в тому, що вона виключає дублювання при зберіганні закодованих описів *Q-chunk*. Зберігання декларативних знань активного агента вимагає набагато більше ресурсів пам'яті комп'ютера, ніж зберігання процедурних знань, оскільки декларативні знання активного агента (представлені, головним чином, суб'єктом питання) можуть мати не тільки символічне, але й інше представлення — у вигляді графічних чи звукових файлів.

DiAM оперує тільки посиланнями на *Q-chunk* і *A-chunk*, тому не вимагає істотних ресурсів комп'ютерної пам'яті.

Як це впливає з визначення DiKB, прийнято припущення, що активний агент не «виготовляє» наступний *Q-chunk*, а розшукує його в QMem, використовуючи DiAM для формування адреси. Тому ми можемо розглядати DiAM не лише як трансформатор відповіді реактивного агента в адресу подальшого питання активного агента, але й як *сукупність методів активного агента для досягнення мети діалогу*.

Еротематичний діалог є дискретним процесом, для якого крок є одночасно і структурним, і динамічним елементом. На рис. 1 структура кроку еротематичного діалогу представлена в розтації мережі Петрі. Цей рисунок також ілюструє і *концептуальний базис діалогового методу доступу*.

Крок діалогу включає посилання на питання, релевантне даному кроку, і представлене позицією з ім'ям *Q-chunk* на рис. 1. Оскільки різні кроки діалогу можуть використовувати одне й те ж питання, крок повинен мати унікальне ім'я — *StepID*. Переходи на рис. 1 відповідають можливим відповідям реактивного агента. Визначення діалогового кроку включає два типи множин відповідей реактивного агента: множини очікуваних відповідей, позначено як *RA-set*, і множини решти відповідей, позначено як *NA-set*.

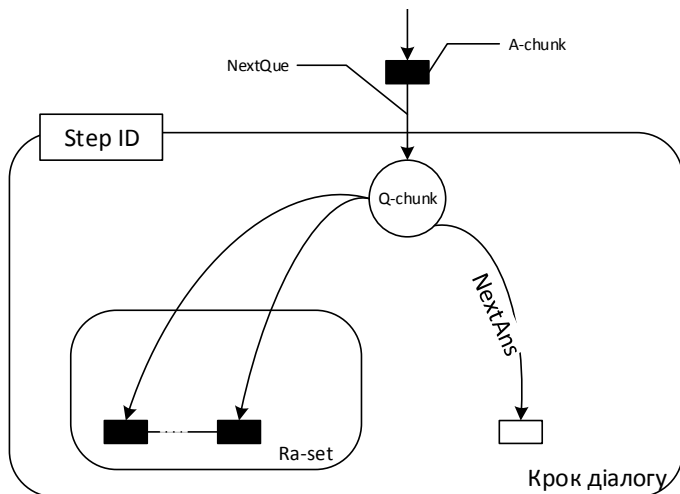


Рис. 1. Графічна ілюстрація основних понять DiAM

Тут A-chunk — поточна відповідь реактивного агента; Q-chunk — посилення на відповідне питання в QMem; RA-set — очікувана множина відповідей реактивного агента; NA-set — вся решта (не очікувані) відповідей реактивного агента; NextQue — зв'язок між поточною відповіддю і наступним питанням; NextAns — зв'язок між поточним питанням і наступною відповіддю; StepID — ідентифікатор кроку.

Множина очікуваних відповідей об'єднує ті відповіді, які, відповідно до сценарію, очікуються на даному кроці і, отже, повинні бути сприйняті активним агентом. Кількість елементів цієї множини змінюється від кроку до кроку.

Множина всіх інших моделюється єдиним переходом — *NA-set*, оскільки немає потреби розпізнавати ці відповіді. Тому будь-яка відповідь, яка не розпізнається (не сприймається) активним агентом на даному кроці, належить множині *NA-set*.

У випадку, коли сценарій діалогу створюється до моменту його реалізації, цей сценарій необхідно зберігати в області пам'яті, до якої повинні мати доступ «діалогові агенти», що є концептуальною моделлю програмних модулів.

Висновки. У статті розглянуто класифікацію знань на декларативні і процедурні та представлення знань в межах діалогу. Запропоновано і графічно проілюстровано структуру і основні поняття діалогового методу доступу. Діалоговий метод доступу до знань дає можливість створювати на їх основі сценарії діалогу за участю людини-оператора і інтелектуальних агентів системи, що дозволяє інтелектуалізувати процес обробки інформації в автоматизованій системі та підвищити його ефективність.

Список використаних джерел:

1. Ryle G. The concept of mind / G. Ryle — London : Hutchinson, 1949. — 312 p.
2. Cohen N. J. Preserved learning and retention of pattern-analyzing skills in amnesia using perceptual learning / N. J. Cohen, L. R. Squire. — Cortex, 1997. — P. 273–278.
3. Haberlandt K. Cognitive Psychology / K. Haberlandt. — 2nd ed. — Allyn & Bacon, Needham Heights, MA, 1997. — P. 113–118.
4. Minsky M. A framework for representing knowledge / M. Minsky, in P. H. Winston (Ed.) // The psychology of computer vision. — New York : McGraw-Hill. 1975. — 205 p.
5. Newell A. Unified Theories of Cognition / A. Newell. — Harvard University Press, 1994. — 301 p.
6. Anderson J. R. Rules of the Mind / J. R. Anderson — Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1993. — 302 p.
7. R1-Soar: An experiment in knowledge-intensive programming in a problem-solving architecture / P. S. Rosenbloom, J. E. Laird, J. McDermott, A. Newell, E. Orciuch // IEEE Transactions Pattern Analysis and Machine Intelligence. — 1985. — № 7(5). — P. 561-569.
8. Laird J. E. SOAR: An Architecture for General Intelligence / J. E. Laird, A. Newell, P. S. Rosenbloom // Artificial Intelligence. — 1987. — № 33. — P. 1–64.
9. Закусило О. К. Моделирование диалоговых процессов : монография / О. К. Закусило, А. Ф. Верлань, И. А. Чмырь — Киев : Издательско-полиграфический центр «Киевский университет», 2014. — 255 с.
10. Верлань А. Ф. Построение формальной модели вопросно-ответного взаимодействия пользователя с автоматизированной системой / А. Ф. Верлань, И. А. Чмырь, Ю. О. Фуртат // Электронное моделирование. — 2014. — Т. 36. — №1. — С. 41–48.

In hybrid intelligent systems user interaction with information should be presented in the form of dialog, thus bringing this interaction closer to natural «person-person» communication with the exchange of information. Dialog process presentation in terms of declarative and procedural typology allow to construct «question and answer» dialog process theory elements and to introduce dialog knowledge base, serving as the basis for the possible development of methods and tools for knowledge monitoring in computer training systems.

Key words: *knowledge classification, procedural knowledge, dialog process, dialog modeling, dialog agents.*

Отримано: 13.04.2015